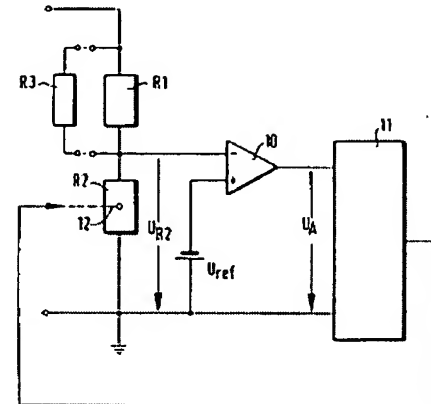


Method for functional calibration (tuning, trimming) of an electronic circuit

Veröffentlichungsnummer DE3813627
Veröffentlichungsdatum: 1989-11-02
Erfinder SCHMIDT LOTHAR DR (DE); GOEBEL ULRICH DR (DE)
Anmelder: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Klassifikation:
- **Internationale:** G01R19/165; H01C17/22; H01L21/66; H05K13/08
- **Europäische:** H01C17/22
Anmeldenummer: DE19883813627 19880422
Prioritätsnummer(n): DE19883813627 19880422

[Report a data error here](#)**Zusammenfassung von DE3813627**

A method is proposed for functional calibration of an electronic circuit having at least one calibration resistor (R2) as a circuit element, in the case of which method one function (UR2) of the electronic circuit is measured and the resistance value of the calibrating resistor (R2) is at the same time varied until the measured function (UR2) is in the desired tolerance band. The resistance value of the calibration resistor (R2) is varied especially by material removal, in the form of a laser cut (12). The calibration process is carried out in a first method step in modified operating conditions at an increased calibration rate, and in a second method step (which follows said first method step) in operating conditions at a reduced calibration rate. Once the second method step has been completed, the measured function (UR2) of the electronic circuit is in the desired tolerance band.



Daten sind von der **esp@cenet** Datenbank verfügbar - Worldwide

Best Available Copy

This Page Blank (uspto)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 38 13 627 C 2

⑤1 Int. Cl.⁸:
H 01 C 17/22
H 01 L 21/88
G 01 R 19/165

D4

DE 3813627 C 2

②1 Aktenzeichen: P 38 13 627.9-34
②2 Anmeldetag: 22. 4. 88
④3 Offenlegungstag: 2. 11. 89
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 3. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:

Schmidt, Lothar, Dr., 72800 Eningen, DE; Goebel,
Ulrich, Dr., 72760 Reutlingen, DE

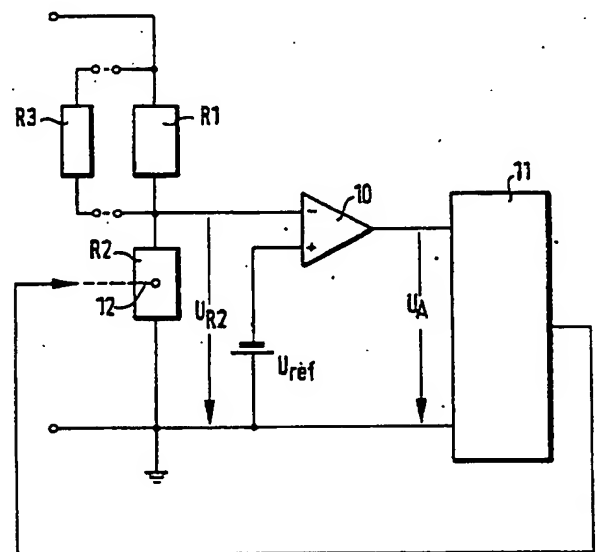
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 27 02 207 C2
DE 32 28 665 A1
DE 31 44 252 A1
DE-OS 18 40 518
DD 2 21 589 A1

Ceramic Industry Magazine, Aug. 1973, S. 16;
Solid State Technology, Nov. 1971, S. 48-49;

⑤4 Verfahren zum Funktionsabgleich einer elektronischen Schaltung

⑤7 Verfahren zum Funktionsabgleich einer elektronischen Schaltung mit mindestens einem Abgleichwiderstand (R2) als Schaltungselement, bei dem eine Funktion (U_{R2}) der elektronischen Schaltung gemessen wird und gleichzeitig der Widerstandswert des Abgleichwiderstandes (R2) durch Materialabtrag so lange verändert wird, bis die gemessene Funktion (U_{R2}) in dem gewünschten Toleranzbereich liegt, wobei der Abgleichvorgang in einem ersten Verfahrensschritt mit höherer Abgleichgeschwindigkeit und in einem sich daran anschließenden zweiten Verfahrensschritt mit niedriger Abgleichgeschwindigkeit durchgeführt wird, wobei die gemessene Funktion (U_{R2}) der elektronischen Schaltung nach Beendigung des zweiten Verfahrensschritts in dem gewünschten Toleranzbereich liegt, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem ersten Verfahrensschritt die elektronische Schaltung so verstimmt wird, daß ein für die aufgrund der Verstimmung modifizierte Funktion (U_{R2}) zu großer Materialabtrag, der ein Übertrimmen des Abgleichwiderstandes (R2) hinsichtlich der modifizierten Funktion bedeutet, die nach dem ersten Verfahrensschritt gemessene Funktion (U_{R2}) der elektronischen unverstimmten Schaltung noch nicht in den gewünschten Toleranzbereich bringt, und daß der zweite Verfahrensschritt bei unverstimmter Schaltung durchgeführt wird.



DE 3813627 C 2

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Funktionsabgleich einer elektronischen Schaltung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Aus der US-PS 41 34 808 ist bereits ein Verfahren dieser Art bekannt, bei dem der Abgleichwiderstand ein Dünnschichtwiderstandselement ist und die Veränderung des Widerstandswertes des Dünnschichtwiderstandselements in einer Veränderung der Leitfähigkeit der das Dünnschichtwiderstandselement bildenden Stoffe besteht, die durch anodische Oxidation dieser Stoffe mit Hilfe eines elektrischen Stroms bewirkt wird, der durch das Dünnschichtwiderstandselement während des Abgleichvorgangs geschickt wird. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß der zur anodischen Oxidation der genannten Stoffe dienende Strom beim Abgleichvorgang sich dem Betriebsstrom der elektronischen Schaltung überlagert und deshalb unterhalb eines bestimmten Wertes gehalten werden muß, damit beim Funktionsabgleich die gemessene Funktion der elektronischen Schaltung nicht verfälscht wird. Dies hat wiederum zur Folge, daß für den Abgleich der elektronischen Schaltung nach diesem bekannten Verfahren lange Abgleichzeiten erforderlich sind, die das bekannte Verfahren für eine Massenfertigung ungeeignet machen.

Aus der US-PS 45 31 111 ist es auch bereits bekannt, den Widerstandswert eines Schichtwiderstandselementes durch Materialabtrag in Form eines Laserschnitts zu vergrößern. Dieser Laserschnitt wird so weit geführt, bis der gewünschte Widerstandswert des Schichtwiderstandselements beziehungsweise die gewünschte Funktion der mit dem Schichtwiderstandselement verbundenen elektronischen Schaltung erreicht ist. Mit diesem Verfahren würden sich bei einem Funktionsabgleich wesentlich kürzere Abgleichzeiten erzielen lassen als mit Hilfe des in der US-PS 41 34 808 beschriebenen Verfahrens, wenn nicht die Meß- und Abgleichssysteme, die bei einem Funktionsabgleich anzuwenden sind, eine gewisse Totzeit zwischen dem Erreichen des gewünschten Toleranzbereichs der gemessenen Funktion und der Beendigung des Materialabtrags beinhalten würden, die sich beim Abgleichvorgang um so mehr störend bemerkbar macht, je rascher der Abgleich vollzogen wird.

Aus der DE 27 02 207 C2 ist bereits ein Verfahren zum Abgleich einer elektronischen Schaltung bekannt, bei dem die Funktion eines Abgleichwiderstands gemessen und durch Materialertrag so lange verändert wird, bei der gemessene Funktion im gewünschten Toleranzbereich liegt. Dabei wird zunächst mit einer höheren Abgleichsgeschwindigkeit und daran anschließend in einem zweiten Verfahrensschritt mit niedrigerer Geschwindigkeit abgeglichen.

Aus dem Ceramic Industry Magazine, August 1973, Seite 16, ist es bereits bekannt, elektrische Widerstände in einem zweistufigen Verfahren mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten abzugleichen.

Aus der DE 32 28 665 A1 ist bereits bekannt, eine elektrische Schaltung zu verstimmen um so Informationen über den Betriebszustand der Schaltung zu erhalten.

Aus einem Artikel in Solid State Technology, November 1971, Seiten 46 bis 49 ist bereits das Problem der

Übertrimmung von Widerständen bekannt.

Die Verwendung von Komparatoren bei der Auswertung eines Funktionsabgleichs einer elektronischen Schaltung sind bereits aus der DD 22 15 89 A1 und der DE 31 44 252 A1 bekannt.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß ein rascher Abgleich ermöglicht wird, ohne daß dabei die unvermeidliche Totzeit der Meß- und Abgleichssysteme sich störend bemerkbar macht. Weitere Vorteile sind durch die Merkmale gemäß den Unteransprüchen 2 bis 7 erreichbar.

Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt eine Anordnung zum Funktionsabgleich einer elektronischen Schaltung, die aus einem stromdurchflossenen, in Schichttechnik ausgebildeten Spannungsteiler besteht.

Beschreibung der Erfindung

In der einzigen Figur besteht die dem Funktionsabgleich zu unterwerfende elektronische Schaltung aus der Reihenschaltung zweier Dickschichtwiderstandselemente R1 und R2, die einen Spannungsteiler bilden. Das eine Ende des Spannungsteilers liegt dabei an Masse, während an das andere Ende des Spannungsteilers ein Eingangssignal angelegt ist. Als Funktion der elektronischen Schaltung wird der durch den Stromdurchgang durch den Spannungsteiler R1, R2 bewirkte Spannungsabfall U_{R2} am Dickschichtwiderstandselement R2 gemessen, indem dieser Spannungsabfall an den invertierenden Eingang eines Komparators 10 gelegt und in diesem mit einer Referenzspannung U_{ref} verglichen wird, die am nicht invertierenden Eingang des Komparators 10 liegt.

Durch das Ausgangssignal U_A des Komparators 10 wird ein Abgleichssystem 11 gesteuert, welches in Abhängigkeit von diesem Ausgangssignal am Dickschichtwiderstandselement R2 einen Materialabtrag in Form eines Laserschnitts 12 ausführt, bis der Spannungsabfall U_{R2} am Dickschichtwiderstandselement R2 und damit die Summe der Widerstandswerte der Dickschichtwiderstandselemente R1 und R2 in einem gewünschten Toleranzbereich liegt. Das Erreichen dieses Toleranzbereichs wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch angezeigt, daß das Ausgangssignal U_A des Komparators 10 sein Vorzeichen wechselt.

Erfindungsgemäß wird der Abgleich in zwei Verfahrensschritten durchgeführt, wobei beim ersten Verfahrensschritt, der einen Grobabweich darstellt, mit einer höheren und beim zweiten Verfahrensschritt, der einen Feinabweich darstellt, mit einer niedrigeren Abgleichsgeschwindigkeit gearbeitet wird, wobei die verschiedenen Abgleichsgeschwindigkeiten durch verschiedene Vorschubgeschwindigkeiten eines Laserstrahls dargestellt werden.

Erfindungsgemäß wird vor der Einleitung des ersten Verfahrensschritts dem Dickschichtwiderstandselement R1 ein Zusatzwiderstand R3 parallelgeschaltet und unter diesen modifizierten Betriebsbedingungen der Grobabweich mit der höheren Materialabtragsgeschwindigkeit durchgeführt, bis das Ausgangssignal des

Komparators U_A sein Vorzeichen wechselt. Durch die zusätzliche Beschaltung des Spannungsteilers R1, R2 mit dem Widerstand R3 wird dabei verhindert, daß infolge der in dem Meß- und Abgleichsystem enthaltenen Totzeit vom Widerstand R2 zu viel Material abgetragen wird.

Im Anschluß an diesen Grobabweich wird der Zusatzwiderstand R3 entfernt. Da der Widerstandswert des Dickschichtwiderstandselements R2 jetzt immer noch zu niederohmig ist, kippt der Komparator 10 beim Entfernen des Zusatzwiderstandes R3 wieder in seine Ausgangslage zurück.

Jetzt wird der Feinabgleich am Dickschichtwiderstandselement R2 mit der niedrigeren Materialabtragsgeschwindigkeit durchgeführt. Der Laserstrahl wird jetzt mit wesentlich verringerter Vorschubgeschwindigkeit weiter in das Widerstandsmaterial des Widerstandselements R2 hineingetrieben. Sobald das Ausgangssignal U_A des Komparators 10 wieder sein Vorzeichen wechselt, ist der Abgleichvorgang beendet. Jetzt liegt der Spannungsabfall U_{R2} und damit die Summe der Widerstandswerte der Dickschichtwiderstandselemente R1 und R2 in dem gewünschten Toleranzbereich.

des Komparators (10) sein Vorzeichen wechselt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstimmung der elektronischen Schaltung beim ersten Verfahrensschritt durch eine zusätzliche Beschaltung mit mindestens einem elektronischen Bauelement bewirkt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine elektronische Bauelement ein Widerstand oder ein Kondensator oder eine Induktivität ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgleichwiderstand (R2) mit einem weiteren Widerstand (R1) einen Spannungsteiler bildet, und daß die Schaltung verstimmt wird indem zum weiteren Widerstand (R1) ein Zusatzwiderstand (R3) parallelgeschaltet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

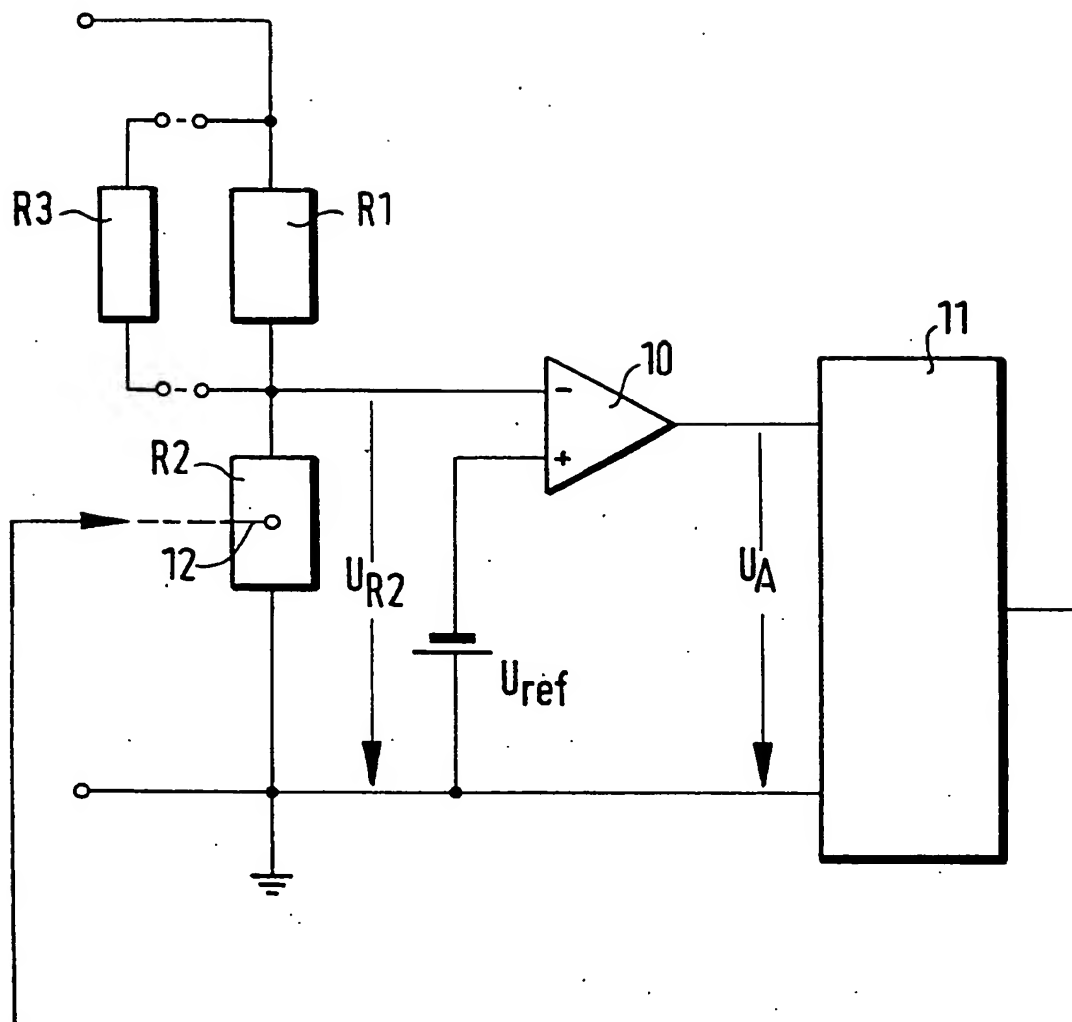
Patentansprüche

1. Verfahren zum Funktionsabgleich einer elektronischen Schaltung mit mindestens einem Abgleichwiderstand (R2) als Schaltungselement, bei dem eine Funktion (U_{R2}) der elektronischen Schaltung gemessen wird und gleichzeitig der Widerstandswert des Abgleichwiderstandes (R2) durch Materialabtrag so lange verändert wird, bis die gemessene Funktion (U_{R2}) in dem gewünschten Toleranzbereich liegt, wobei der Abgleichvorgang in einem ersten Verfahrensschritt mit höherer Abgleichgeschwindigkeit und in einem sich daran anschließenden zweiten Verfahrensschritt mit niedriger Abgleichgeschwindigkeit durchgeführt wird, wobei die gemessene Funktion (U_{R2}) der elektronischen Schaltung nach Beendigung des zweiten Verfahrensschritts in dem gewünschten Toleranzbereich liegt, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem ersten Verfahrensschritt die elektronische Schaltung so verstimmt wird, daß ein für die aufgrund der Verstimmung modifizierte Funktion (U_{R2}) zu großer Materialabtrag, der ein Übertrimmen des Abgleichwiderstandes (R2) hinsichtlich der modifizierten Funktion bedeutet, die nach dem ersten Verfahrensschritt gemessene Funktion (U_{R2}) der elektronischen unverstimmten Schaltung noch nicht in den gewünschten Toleranzbereich bringt, und daß der zweite Verfahrensschritt bei unverstimmter Schaltung durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessene Funktion (U_{R2}) der elektronischen Schaltung der Spannungsabfall am Abgleichwiderstand (R2) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsabfall (U_{R2}) am Abgleichwiderstand (R2) mit Hilfe eines Komparators (10) gemessen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Komparator (10) den Spannungsabfall (U_{R2}) mit einer Referenzspannung (U_{ref}) vergleicht und daß der Materialabtrag am Abgleichwiderstand bei beiden Verfahrensschritten jeweils dann beendet wird, wenn das Ausgangssignal (U_A)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspic)